

## NISBAH HARA MIKRO TERHADAP KALIUM DAUN BEBERAPA VARIETAS PADI (*Oryza sativa* L.) PADA DUA JENIS TANAH

### *THE MICRONUTRIENT TO POTASSIUM RATIOS OF LEAF RICE VARIETIES (Oryza sativa L.) IN TWO DIFFERENT SOILS*

Yustisia\*, Tohari\*\*, Dja'far Shiddieq\*\* dan Subowo, G\*\*\*

\* Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatra Selatan  
Jln. Kolonel H. Barlian No. 83 Km. 6 Palembang, Sumatra Selatan

\*\* Program Pascasarjana Fakultas Pertanian UGM

\*\*\* Balai Penelitian Tanah Bogor  
Pos-el: yustisia\_sumsel@yahoo.com

#### ABSTRACT

*Pot experiment was conducted at the experimental farm of Agriculture Faculty, Gadjah Mada University, Yogyakarta and aimed to investigate the effect of soil types, varieties and their interaction on Fe/K, Mn/K, Cu/K and Zn/K leaf, growth, leaf protein and grain yield of rice. The experiment was set up in a 2 x 6 factorial pattern randomized completely block design with three replications. First factor was two soil types viz. Vertisols and Inceptisols, second factor was rice varieties viz. Cimelati, Pandan Wangi, Ciherang, Cisokan, Widas and IR 64. The result revealed that the Fe/K, Cu/K and Zn/K ratios in rice leaf was significantly affected by soil types and rice varieties. The interaction of soil and rice varieties significantly affected the leaf ratios of Fe/K, Cu/K and Zn/K, crop growth rate (CGR) and grain yield, but it was not significantly affect the Mn/K ratio and leaf protein. The leaf ratios of Fe/K, Cu/K and Zn/K, CGR and grain yield in Vertisols were significantly higher than those in Inceptisols, while Mn/K ratio and leaf protein was significantly higher in Inceptisols. The highest of grain yield was achieved by Pandan Wangi whereas the lowest of grain yield was achieved by IR 64. The lowest of grain yield was achieved by IR 64 in Inceptisols. It was affected by an imbalance of Mn/K ratio and highest of leaf protein. It could be due to the effect of Inceptisols native soil properties (lower pH, higher Mn and K) and specific characteristics of IR 64 (more responsive to low pH, higher  $\text{NH}_4^+$  uptake). It was also may be caused by indirect effect of urea excess and KCl fertilizers on reducing of rhizosphere pH. The Mn/K ratio was important nutrient imbalance in Inceptisols soil and rice plant. The finding of this study suggests that the research in depth which is focused on Mn/K ratio balance in Inceptisols is needed, i.e using urea and KCl application in proper rate, using another source of nitrogen and potassium fertilizers, and using specific of varieties (less responsive to  $\text{NH}_4^+$  and more responsive to  $\text{NO}_3^-$ ).*

**Keywords:** Fe/K, Mn/K, Cu/K, Zn/K, Growth, Grain yield, Rice

#### ABSTRAK

Penelitian pot dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh tanah, varietas, dan interaksinya terhadap nisbah kandungan hara Fe/K, Mn/K, Cu/K dan Zn/K daun, pertumbuhan, protein daun, dan hasil padi. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Pola Faktorial 2 x 6, tiga ulangan. Faktor pertama jenis tanah: Vertisols dan Inseptisols. Faktor kedua Varietas: Cimelati, Pandan Wangi, Ciherang, Cisokan, Widas, dan IR 64. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Fe/K, Mn/K, Cu/K, dan Zn/K daun stadia panen sangat nyata dipengaruhi oleh tanah dan varietas. Interaksi antara tanah dan varietas nyata memengaruhi nisbah Fe/K, Cu/K, dan Zn/K daun, Laju Pertumbuhan Tanaman (LPT) dan hasil, tetapi tidak nyata memengaruhi nisbah Mn/K daun dan protein daun. Nisbah Fe/K, Cu/K dan Zn/K daun, LPT dan hasil pada tanah Vertisols nyata lebih tinggi dibandingkan tanah Inseptisols, sedangkan Mn/K daun dan protein daun nyata lebih tinggi pada tanah Inseptisols. Hasil tertinggi dicapai varietas

Pandan Wangi, sedangkan hasil terendah dicapai varietas IR 64. Hasil terendah diperoleh varietas IR 64 pada tanah Inseptisols. Hasil rendah dipengaruhi oleh Mn/K daun yang tidak berimbang dan protein daun yang tinggi akibat pengaruh karakteristik tanah Inseptisols (pH lebih rendah, Mn dan K lebih tinggi) dan karakteristik varietas IR 64 (respons pH rendah/menyerap  $\text{NH}_4^+$  lebih tinggi). Hal tersebut juga terjadi akibat pengaruh tidak langsung pemupukan urea berlebihan dan pemupukan KCl terhadap penurunan pH rhizosfir. Penelitian berkaitan dengan keseimbangan Mn/K pada tanah Inseptisols masih diperlukan, di antaranya pemupukan urea dan KCl takaran tepat, pemberian N dan K dari pupuk selain urea dan KCl serta penggunaan varietas spesifik (kurang respons  $\text{NH}_4^+$  dan lebih respons  $\text{NO}_3^-$ ).

**Kata Kunci:** Fe/K, Mn/K, Cu/K, Zn/K, Pertumbuhan, Hasil, Padi

## PENDAHULUAN

Kalium (K) merupakan hara makro yang berperan dalam proses fotosintesis dan terlibat dalam serapan dan translokasi anion kation tanah-tanaman, terutama  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_3^-$ .<sup>1,2,3</sup> Dalam proses fotosintesis, K berperan meregulasi pembukaan dan penutupan stomata, difusi  $\text{CO}_2$  ke dalam jaringan hijau daun, sintesis protein, mengaktifkan enzim pembentukan pati dan translokasi asimilat.<sup>4,5</sup>

Hara mikro yang berperan langsung maupun tidak langsung dalam proses fotosintesis adalah Fe, Mn, Cu, dan Zn. Hara mikro Fe, Mn, dan Cu merupakan konstituen khlorofil dan atau terlibat dalam pembentukan formasi khlorofil dan sintesis protein.<sup>6,7</sup> Hara mikro Zn terlibat dalam aktivasi enzim *carbonic anhydrase* yang berperan dalam pembukaan dan penutupan stomata serta difusi  $\text{CO}_2$ .<sup>8,9</sup>

Dikarenakan hara-hara tersebut diperlukan dalam fotosintesis dan peran penting K dalam meregulasi proses fotosintesis, kandungan Fe, Mn, Cu, dan Zn, terhadap K dalam tanaman diperlukan dalam nisbah yang tepat. Ketersediaan hara K, Fe, Mn, Cu, dan Zn ditentukan oleh faktor tanah dan faktor varietas. Faktor-faktor tanah yang menentukan ketersediaan hara-hara antara lain pH dan kandungan liat.<sup>10</sup>

Ketersediaan K tanah merupakan salah satu karakteristik tanah Vertisols. Pada jenis tanah ini, kandungan liat tinggi dan K tersedia rendah karena difiksasi liat. Akan tetapi, K terfiksasi tersebut tersedia akibat penggenangan dalam budi daya sistem sawah. Potensi luas tanah Vertisols di Indonesia mencapai 2,12 juta ha. Jenis tanah lainnya yang sangat potensial adalah Inseptisols. Di Indonesia, luas tanah ini mencapai 70,52 juta ha sehingga termasuk tanah pertanian utama dan umumnya dimanfaatkan untuk pertanaman padi sawah.<sup>11,12</sup>

Pemupukan padi pada tanah Vertisols dan Inseptisols masih dilakukan secara intensif. Sebagian besar petani masih melakukan pemupukan N secara berlebihan atau tidak berimbang dengan P dan K serta menanam varietas yang respons terhadap pemupukan N. Saleque dkk.<sup>13</sup> melaporkan, varietas-varietas padi berdaya hasil rendah mempunyai serapan N/K yang tidak berimbang. Informasi pengaruh faktor tanah dan varietas pada tanah Vertisols dan Inseptisols terhadap nisbah kandungan Fe/K, Mn/K, Cu/K, Zn/K daun dan hasil padi masih terbatas. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi nisbah kandungan Fe/K, Mn/K, Cu/K, dan Zn/K daun, dan protein daun beberapa varietas padi pada tanah Inseptisols dan Vertisols dan hubungannya dengan hasil.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada Juni–Oktober 2008. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Pola Faktorial  $2 \times 6$ . Faktor pertama jenis tanah adalah vertisols dan inseptisols. Faktor kedua adalah varietas: Cimelati, Pandan Wangi, Ciherang, Cisokan, Widas, dan IR 64. Setiap kombinasi perlakuan diulang tiga kali.

Berat kering mutlak tanah vertisols dan inseptisols yang digunakan masing-masing 12,32 kg dan 11,2 kg/pot. Penanaman dilakukan dengan budi daya sistem sawah. Bibit padi berumur 15 hari disebar lalu ditanam ke dalam pot masing-masing empat bibit. Takaran pemberian hara eksisting petani pada tanah inseptisols 222,26 kg N/ha, 56,80 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha dan 47,67 kg  $\text{K}_2\text{O}$ /ha. Pada tanah Vertisols takarannya 136,38 N/ha, 52,29 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha dan 43,88 kg  $\text{K}_2\text{O}$ /ha. Peubah yang diamati meliputi nisbah kandungan Fe/K,

Mn/K, Cu/K, Zn/K daun, Laju Pertumbuhan Tanaman (LPT), protein daun pada stadia panen dan hasil/rumpun. Konsentrasi Fe, Mn, Cu, dan Zn ditentukan dengan melarutkan 0,5 g daun dengan  $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$  4:0,5.<sup>14</sup> Konsentrasi protein daun dihitung dengan metode *Micro-Kjeldhal* ( $\text{N} \times 5,95$ ).<sup>15</sup> LPT dihitung menggunakan persamaan Gardner dkk.<sup>16</sup> sebagai berikut.

$$LPT = \left( \frac{1}{A} \right) \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}, \quad (1)$$

di mana:

LPT = laju pertumbuhan tanaman ( $\text{g}/\text{cm}^2/\text{minggu}$ )

A = luas permukaan tanah dalam media pot ( $\text{cm}^2$ )

W1 dan W2 = bobot kering tanaman pada saat T1 dan T2 (g)

T1 dan T2 = waktu pengamatan ke 1 dan ke 2

Data dianalisis dengan sidik ragam menurut Rancangan Acak Kelompok. Analisis dilanjutkan dengan uji F pada ketelitian 5%. Uji regresi dan korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara nisbah Mn/K daun dengan hasil dan protein daun dengan hasil.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Tanah

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah vertisols dan tanah inseptisols. Tanah vertisols berasal dari desa Tayuban kabupaten Kulonprogo, sedangkan tanah inseptisols berasal dari desa Tirenggo, kabupaten Bantul, Yogyakarta. Karakteristik tanah vertisols sebagai berikut: pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) 6,7; tekstur liat (pasir 9%, debu 24%, liat 66%); bahan organik 2,82%;  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Olsen) 31 ppm;  $\text{K}_2\text{O}$  (HCl 25%) 28,5; K-dd (me/100g) 0,03; Fe (ppm) 5,48; Mn (ppm) 38,40; Cu (ppm) 6,30; dan Zn (ppm) 1,10. Pada tanah Inseptisols, pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) 6,3; tekstur pasir berlempung (pasir 54%, debu 27%, liat 19%), bahan organik 1,38%;  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Olsen) 37 ppm;  $\text{K}_2\text{O}$  (HCl 25%) 23; K-dd (me/100g) 0,38; Fe (ppm) 51,9; Mn (ppm) 66,90; Cu (ppm) 5,70; dan Zn (ppm) 1,60.

## Pengaruh Tanah

### Nisbah Fe/K, Mn/K, Cu/K dan Zn/K daun pada tanah inseptisols

Nisbah kandungan Fe/K, Mn/K, Cu/K, dan Zn/K daun stadia panen sangat nyata dipengaruhi oleh tanah. Pada tanah Inseptisols, kandungan K tersedia tanah lebih tinggi dan kandungan K daun nyata lebih tinggi dibandingkan pada tanah Vertisols, sedangkan kandungan Fe dan Cu daun nyata lebih rendah. Dengan demikian, nisbah kandungan Fe/K dan Cu/K daun pada tanah inseptisols nyata lebih rendah berturut-turut 39,98% dan 31,28% dibandingkan pada tanah Vertisols (Gambar 1). Hal ini diduga berkaitan dengan pengaruh K terhadap kelarutan Fe dan Cu di wilayah perakaran. Celik dkk.<sup>17</sup> melaporkan, K yang tinggi akan berkompetisi dengan Fe. Dari laporan sebelumnya,<sup>18</sup> K meningkatkan oksidasi akar sehingga mengubah  $\text{Fe}^{2+}$  yang larut menjadi  $\text{Fe}^{3+}$  yang tidak larut. Akibatnya, Fe kurang tersedia di wilayah perakaran.

Pada tanah inseptisols, kandungan Mn tanah dan kandungan Mn daun dan nisbah kandungan Mn/K lebih tinggi dibandingkan pada tanah vertisols, seperti dalam Gambar 2. Hal ini menunjukkan K secara tidak langsung berpengaruh sinergis terhadap Mn melalui penurunan pH rhizosfir. Hal ini sesuai dengan beberapa laporan hasil penelitian yang mengemukakan bahwa kelarutan dan ketersediaan Mn tinggi pada pH rendah.<sup>19,20</sup>

Pengaruh tidak langsung K terhadap penurunan pH rhizosfir berkaitan dengan perannya dalam memengaruhi keseimbangan nisbah  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ . Dari beberapa laporan hasil penelitian, dikemukakan  $\text{K}^+$  mengurangi kekuatan fiksasi  $\text{NH}_4^+$  oleh permukaan bagian dalam koloid liat tanah,<sup>21</sup> K tidak menghambat serapan dan translokasi  $\text{NH}_4^+$ ,<sup>22,23,24,25</sup> sebaliknya, pemberian dan peningkatan pemberian K menurunkan akumulasi  $\text{NO}_3^-$ .<sup>23,25</sup>

Pada tanah Inseptisols terjadi kecenderungan serapan  $\text{NH}_4^+$  lebih tinggi dibandingkan serapan  $\text{NO}_3^-$  karena K tersedia lebih tinggi dibandingkan tanah Vertisols. Menurut Marschner,<sup>1</sup> Krauss,<sup>3</sup> Havlin dkk.,<sup>24</sup> Barber,<sup>26</sup> Enzo dkk.,<sup>27</sup> dan Amberger,<sup>28</sup> serapan  $\text{NH}_4^+$  akan diikuti oleh pelepasan

H<sup>+</sup> oleh akar sehingga akan menurunkan pH rhizosfir dan meningkatkan kelarutan dan serapan Mn tanah-tanaman. Hasil penelitian Silber dkk.<sup>29</sup> menunjukkan peningkatan nisbah NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup> menurunkan pH.

Faktor-faktor lain penyebab kandungan Mn/K daun tinggi pada tanah inseptisols adalah nilai pH tanah awal serta pemupukan urea dan KCl. Nilai pH awal tanah inseptisols (6,3) lebih rendah dibandingkan vertisols (6,7) dan pemberian urea eksisting petani 62,97% lebih tinggi dibandingkan pada tanah vertisols. Hasil analisis pupuk urea menunjukkan kandungan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dalam urea lebih tinggi dibandingkan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> berturut-turut 2,49% dan 2,06%. Kandungan K dan Cl dalam pupuk KCl yang digunakan dalam penelitian ini berturut-turut 48,07% dan 47,59%. K tersedia pada tanah inseptisols yang lebih tinggi disertai penambahan K dan Cl melalui pupuk KCl diduga menghambat serapan dan kandungan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> tanah-tanaman. Beberapa hasil penelitian menunjukkan Cl menghambat penyerapan NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.<sup>6,30,31,32</sup>

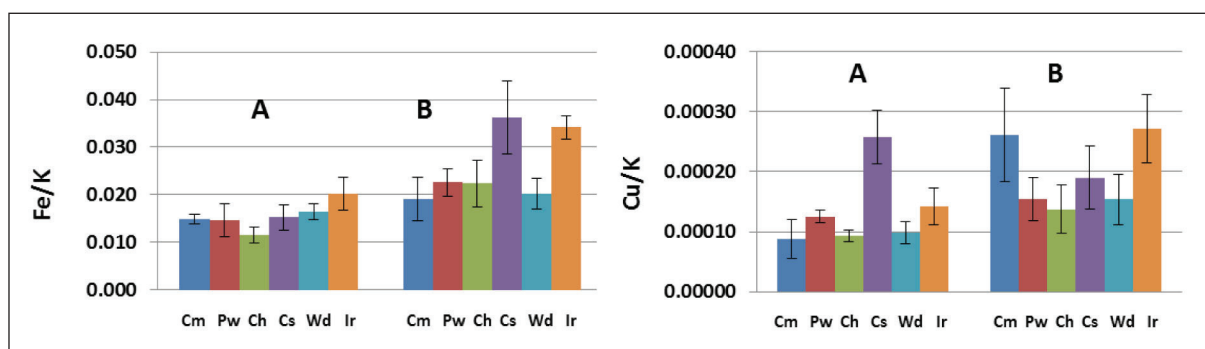
Hara lain yang sangat dipengaruhi pH adalah Zn.<sup>29</sup> Kandungan Zn tersedia tanah dan Zn daun lebih tinggi pada tanah inseptisols (Gambar 2). Hal tersebut mengindikasikan bahwa K berpengaruh sinergis terhadap serapan dan kandungan Zn melalui pengaruhnya terhadap penurunan pH. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Maitra dkk.<sup>33</sup> Akan tetapi nisbah Zn/K daun lebih rendah dibandingkan tanah vertisols, seperti terlihat pada Gambar 2. Hal ini menunjukkan peningkatan serapan Zn akibat K tinggi kurang berimbang pada tanah inseptisols dibandingkan tanah vertisols.

### Nisbah Fe/K, Mn/K, Cu/K dan Zn/K daun pada tanah vertisols

Pada tanah vertisols, K tersedia tanah sangat rendah dan kandungan K daun lebih rendah serta kandungan Fe, Cu, dan Zn daun lebih tinggi.<sup>34</sup> Dengan demikian, nisbah kandungan Fe/K, Cu/K, dan Zn/K nyata lebih tinggi dibandingkan tanah inseptisols (Gambar 1). Data LPT dan hasil (Tabel 1) lebih tinggi pada tanah vertisols. Hal tersebut mengindikasikan kandungan Fe/K, Cu/K, Zn/K, dan Mn/K lebih berimbang dibandingkan tanah inseptisols.

Perimbangan K dengan Fe, Mn, Cu, dan Zn sangat penting karena berkaitan erat dengan keterlibatan K dalam meregulasi proses-proses yang berkaitan dengan keseimbangan serapan dan kandungan anion kation tanah-tanaman, terutama dalam keseimbangan NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dan dalam proses fotosintesis.<sup>1,2,3</sup> Beberapa hasil penelitian mengemukakan keterlibatan K dalam fotosintesis antara lain dalam regulasi pembukaan dan penutupan stomata, regulasi sintesis khlorofil dan protein, aktivasi enzim dan transport gula.<sup>35,36,37</sup>

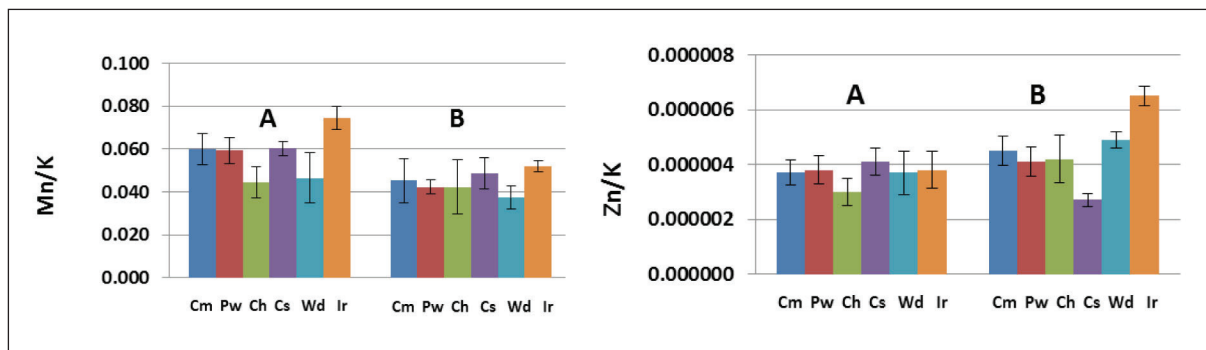
Data menunjukkan kandungan Mn/K daun lebih rendah pada tanah vertisols, tetapi nisbah hara tersebut lebih berimbang dibandingkan tanah inseptisols. Peningkatan pertumbuhan dan hasil akibat nisbah Mn/K yang tepat diduga berkaitan dengan peran Mn dalam mengaktivasi enzim *Isocitric dehydrogenase* dan peran K dalam meregulasi NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Enzim *Isocitric dehydrogenase* berperan dalam sintesis protein dan mencegah toksisitas NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.<sup>38</sup> Dengan demikian, diduga nisbah NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dalam sitosol lebih berimbang



Sumber: Data yang Diolah

**Gambar 1.** Pengaruh Tanah terhadap Nisbah Fe/K dan Cu/K pada Beberapa Varietas Padi. Tanah: A = Inseptisols; B = Vertisols. Varietas: Cm = Cimelati; Pw = Pandan Wangi; Ch = Ciherang; Cs = Cisokan; Wd = Widas; Ir = IR 64





Sumber: Data yang Diolah

**Gambar 2.** Pengaruh Tanah terhadap Nisbah Mn/K dan Zn/K pada Beberapa Varietas Padi. Tanah: A = Inceptisols; B = Vertisols. Varietas: Cm = Cimelati; Pw = Pandan Wangi; Ch = Ciherang; Cs = Cisokan; Wd = Widas; Ir = IR 64

sehingga pertumbuhan dan hasil padi lebih tinggi pada tanah vertisols.

### Pengaruh Varietas

Nisbah kandungan Fe/K, Mn/K, Cu/K, dan Zn/K daun dan protein daun sangat nyata dipengaruhi oleh varietas. Indikator varietas berdaya hasil tinggi antara lain tecermin dari kemampuan genetik varietas dalam menyerap dan atau meregulasi nisbah hara mikro, terutama terhadap hara K. Varietas yang mempunyai karakter tersebut dan mempunyai hasil tertinggi berturut-turut Pandan Wangi, Cisokan, dan Cimelati, sedangkan varietas yang mempunyai hasil paling rendah adalah IR 64, diikuti Ciherang, dan Widas. Penelitian ini menunjukkan bahwa hasil suatu varietas sangat ditentukan oleh nisbah Mn/K daun dan protein daun.

Gambar 3 menunjukkan terdapat hubungan regresi kuadratik yang nyata antara kandungan Mn/K daun dengan hasil. Hasil padi meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan Mn/K sampai batas optimal. Selanjutnya, peningkatan kandungan Mn/K akan menurunkan hasil. Data ini menunjukkan bahwa untuk mendapatkan hasil padi optimal diperlukan kandungan Mn/K daun dalam nisbah yang tepat. Hasil tinggi yang dicapai varietas Pandan Wangi, Cisokan, dan Cimelati karena varietas tersebut mempunyai kandungan Mn/K daun dalam nisbah optimal. Hasil rendah diperoleh varietas dengan kandungan Mn/K di bawah nisbah optimal (Ciherang dan Widas) dan di atas nisbah optimal (IR 64).

Nisbah kandungan Mn/K daun tinggi akibat Mn tinggi diduga meningkatkan aktivasi enzim *Isocitric dehydrogenase* sehingga sintesis asam amino dan protein meningkat. Varietas yang mempunyai kandungan protein daun tertinggi adalah Widas diikuti IR 64 seperti dalam Tabel 2. Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil varietas Widas dan IR 64 rendah, (Tabel 1) karena kedua varietas tersebut mempunyai kandungan protein daun tertinggi. Regresi linier negatif yang menggambarkan hubungan protein daun dan hasil disajikan pada Gambar 4.

Penurunan hasil akibat peningkatan kandungan Mn/K daun berkaitan erat dengan karakteristik varietas. Diduga varietas IR 64 menyerap  $\text{NH}_4^+$  lebih tinggi dibandingkan  $\text{NO}_3^-$ . Machler dkk. dalam Lawlor<sup>39</sup> dan Makino<sup>40</sup> mengemukakan, pasokan  $\text{NO}_3^-$  yang terbatas dalam daun menurunkan kandungan *ribulose biphosphate* (RuBP) sebagai substrat dalam asimilasi  $\text{CO}_2$ . Dengan demikian fotosintesis dan hasil varietas IR 64 lebih rendah.

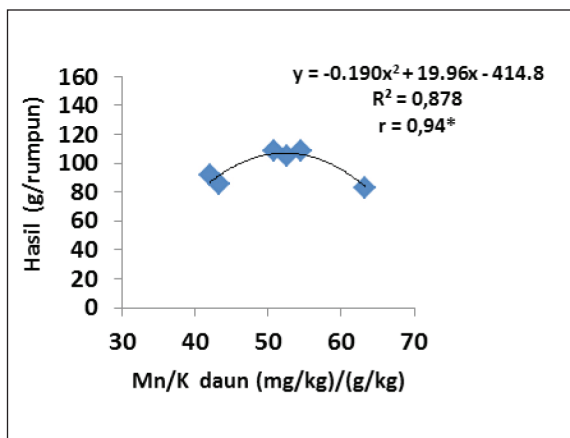
Dari beberapa hasil penelitian,<sup>41,42</sup> protein biji yang tinggi berkorelasi negatif dengan hasil. Dalam penelitian ini, pengamatan protein biji tidak dilakukan, tetapi dari laporan Kant dkk. dalam Mokhele dkk.<sup>43</sup> dikemukakan bahwa lebih dari 80% N dalam biji berasal dari daun. Faraji dkk.<sup>44</sup> melaporkan terdapat korelasi positif yang sangat nyata antara N dan protein. Dengan demikian, protein biji varietas IR 64 lebih tinggi sehingga hasilnya paling rendah dibandingkan varietas lainnya. Hal tersebut diduga terjadi karena dalam peningkatan sintesis protein dibutuhkan energi

**Tabel 1.** LPT dan Hasil Beberapa Varietas Padi pada Dua Jenis Tanah, Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta MK 2008.

Tanah/ Varietas	LPT (g/cm <sup>2</sup> /minggu)						Rata-rata
	Cimelati	P. Wangi	Ciherang	Cisokan	Widas	IR 64	
Vertisols	0,020 <sup>a</sup>	0,019 <sup>ab</sup>	0,0146 <sup>e</sup>	0,017 <sup>bcd</sup>	0,015 <sup>cde</sup>	0,017 <sup>bc</sup>	0,0171 A
Inseptisols	0,014 <sup>e</sup>	0,017 <sup>bc</sup>	0,0147 <sup>e</sup>	0,012 <sup>f</sup>	0,0149 <sup>de</sup>	0,0116 <sup>f</sup>	0,0141 B
	0,017 A	0,018 A	0,0146 B	0,014 B	0,015 B	0,014 B	
Hasil (g/rumpun)							
Vertisols	116,69 <sup>b</sup>	137,05 <sup>a</sup>	107,00 <sup>bc</sup>	136,10 <sup>a</sup>	102,08 <sup>cd</sup>	101,19 <sup>cd</sup>	116,68 A
Inseptisols	92,65 <sup>d</sup>	79,660 <sup>e</sup>	63,803 <sup>f</sup>	80,47 <sup>e</sup>	81,651 <sup>e</sup>	65,283 <sup>f</sup>	77,25 B
	104,67 A	108,36 A	85,40 BC	108,29 A	91,866 B	83,234 C	

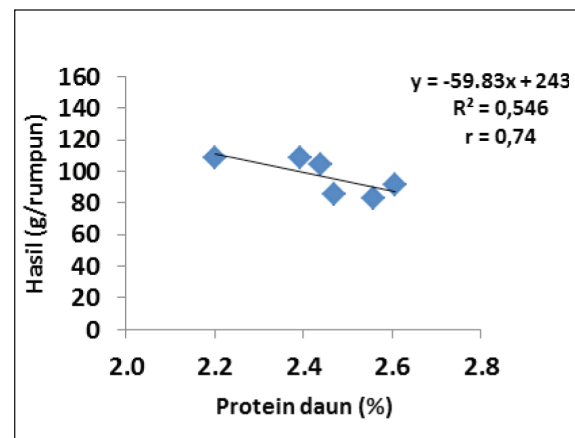
Sumber: Data yang Diolah

Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda, berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). KK LPT 10,36% dan hasil 5,68%.



Sumber: Data yang Diolah

**Gambar 3.** Regresi Mn/K dan Hasil Beberapa Varietas Padi



Sumber: Data yang Diolah

**Gambar 4.** Regresi Protein Daun dan Hasil Beberapa Varietas Padi

yang lebih banyak, sementara energi tersebut berasal dari perombakan substrat (karbohidrat).

### Pengaruh Interaksi

Interaksi antara tanah dan varietas sangat nyata pada peubah Fe/K, Cu/K, dan Zn/K, tetapi tidak nyata pada peubah Mn/K. Gambar 2 menunjukkan Fe/K, Cu/K, dan Zn/K daun tertinggi dan atau tinggi dicapai varietas IR 64 pada tanah Vertisols. Namun, pertumbuhan dan hasil varietas IR 64 nyata lebih rendah dibandingkan varietas Pandan Wangi dan Cisokan (Tabel 1). Hal tersebut disebabkan kandungan Mn pada tanah Inseptisols lebih tinggi sehingga Mn/K daun dan protein daun varietas IR 64 lebih tinggi dibandingkan kedua varietas tersebut. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa Mn/K merupakan faktor

yang sangat menentukan hasil dan tergantung pada karakteristik tanah dan varietas.

### KESIMPULAN

Nisbah kandungan Fe/K, Mn/K, Cu/K dan Zn/K lebih tinggi dan lebih berimbang pada tanah vertisols sehingga protein daun lebih rendah, pertumbuhan dan hasil padi lebih tinggi dibandingkan tanah inseptisol. Sebaliknya, nisbah kandungan Mn/K daun dan protein daun lebih tinggi pada tanah Inseptisols sehingga pertumbuhan dan hasil padi lebih rendah.

Karakteristik tanah dan pengelolaan yang memengaruhi Mn/K daun dan protein daun tinggi pada tanah inseptisols adalah: pH awal tanah lebih rendah, Mn dan K tersedia tanah lebih

**Tabel 2.** Protein Daun Beberapa Varietas Padi pada Dua Jenis Tanah, Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta MK, 2008.

Protein daun (%)						Rata-rata
Cimelati	P. Wangi	Ciherang	Cisokan	Widas	IR 64	
2,005	1,904	2,100	2,243	2,100	2,321	2,112 <sup>b</sup>
2,874	2,499	2,838	2,541	3,112	2,797	2,779 <sup>a</sup>
2,440 <sup>ab</sup>	2,202 <sup>b</sup>	2,469 <sup>ab</sup>	2,392 <sup>ab</sup>	2,606 <sup>a</sup>	2,559 <sup>a</sup>	

Sumber: Data yang Diolah

Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda, berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). KK protein daun 10,36%.

tinggi, pemupukan urea eksisting petani lebih tinggi dan penambahan K dan Cl melalui pupuk KCl. Pertumbuhan dan hasil yang lebih rendah diduga disebabkan oleh pengaruh tidak langsung faktor-faktor tersebut terhadap penurunan pH rhizosfir akibat serapan dan kandungan  $\text{NH}_4^+$ / $\text{NO}_3^-$  tanah-tanaman yang tidak berimbang.

Varietas berdaya hasil tinggi secara genetik mampu menyerap dan atau meregulasi kandungan Mn/K tanah-tanaman. Varietas yang mempunyai hasil tertinggi berturut-turut Pandan Wangi, Cisokan, dan Cimelati, sedangkan varietas berdaya hasil paling rendah berturut-turut IR 64, Ciherang, dan Widas.

Nisbah Fe/K, Cu/K, dan Zn/K daun tertinggi/tinggi dicapai varietas IR 64 pada tanah vertisols. Akan tetapi Mn/K dan hasil varietas IR 64 terendah pada tanah inceptisols. Hasil tanaman sangat ditentukan oleh nisbah Mn/K dan tergantung pada interaksi tanah dan varietas. Nilai pH tanah inceptisol yang lebih rendah dan serapan Mn/K lebih tinggi oleh varietas IR 64 mengindikasikan bahwa IR 64 lebih responsif terhadap pH rendah sehingga diduga menyerap  $\text{NH}_4^+$  dan melepaskan  $\text{H}^+$  lebih tinggi dibandingkan varietas lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- <sup>1</sup>Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. San Diego: Academic Press. 889p.
- <sup>2</sup>Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1992. *Plant Physiology*. Belmont: Wadsworth Publishing Company.
- <sup>3</sup>Krauss, A. 1999. Balanced nutrition and biotic stress. Poster presented at the IFA Agricultural Conference on Managing Plant Nutrition—y, Barcelona, Spanyol.
- <sup>4</sup>Yoshida, S. 1981. *Fundamentals of Rice Crop Science*. Los Banos: IRRI.
- <sup>5</sup>Dobermann, A., and T. Fairhurst. 2000. *Rice: Nutrient Disorders and Nutrient Management*. Los Banos: Potash and Phosphat Institute (PPI), Potash and Phosphat Institute of Canada (PPIC) and International Rice Research Institute (IRRI).
- <sup>6</sup>Mengel, K., and E.A. Kirkby. 1978. *Principles of Plant Nutrition*. Bern: International Potash Institute.
- <sup>7</sup>Maksymiec, W. 1997. Effect of copper on cellular processes in higher plants. *Photosynthetica* 34(3): 321–342.
- <sup>8</sup>Sasaki H, Hirose T, Watanabe Y, Oshugi R. 1998. Carbonic anhydrase activity and  $\text{CO}_2$ -transfer resistance in zinc-deficient rice leaves. *Plant Physiol* 118: 929–934.
- <sup>9</sup>Cakmak, I., and E. Engles. 1999. Role of mineral nutrients in photosynthesis and yield formation. In *Mineral nutrition of crops: fundamentals mechanism and implication*, ed. Z. Rengel, 205–223. New York: Haworth Press, Inc.
- <sup>10</sup>Neue, H.U., C. Quijano, D. Senadhira, and T. Setter. 1998. Strategies for dealing with micronutrient disorders and salinity in lowland rice systems. *Field Crops Research* 56:139–155.
- <sup>11</sup>Subagyo, H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2000. Tanah-tanah pertanian di Indonesia. Dalam, *Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolannya*, ed. A. Adimihardja dkk., 21–66. Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- <sup>12</sup>Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 2000. *Atlas Sumberdaya Tanah Eksplorasi Indonesia, Skala 1:1000.000*. Bogor: Puslittanak.
- <sup>13</sup>Saleque, M.A, M.K. Uddin, A.K.M. Ferdous, A. Khatun, M.H. Rashid. 2009. “An evaluation of nutritional constraints on irrigated rice yield”. (<http://escholarship.org/uc/item/3jd580kn/>, diakses 27 Juli 2013).

- <sup>14</sup>Balai Penelitian Tanah, 2009. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Bogor: Balittanah. Badan Litbang Pertanian. Deptan.
- <sup>15</sup>Arif, M. M.A. Shehzad, F. Bashir, M.Tasneem, G. Yasin and M. Iqbal. 2012. Boron, zinc, and microtone effects on growth, chlorophyll contents and yield attributes in rice (*Oryza sativa* L.) cultivar. *African Journal of Biotechnology* 11(48):10851–10858.
- <sup>16</sup>Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Terjemahan, Herawati Susilo, Jakarta: Universitas Indonesia Press. hlm 247–275.
- <sup>17</sup>Celik, H., B.B. Asik, S. Gurel, and A.V. Katkat. 2010. Potassium as an intensifying factor for iron chlorosis. *Int. J. Agric. Biol.* 12: 359–364.
- <sup>18</sup>Tanaka, A., and S. Yoshida. 1970. *Nutritional Disorders of Rice Plant in Asia*. Manila: IRRI. 56p.
- <sup>19</sup>Alam, SM, S. Shamshad, M. Naqvi, and R. Ansari. 1999. Impact of soil pH on nutrient uptake by crop plants. In *handbook of plant and crop stress*, eds. K.H. Tan and M. Pessarakli, 51–60. New York: Marcel Dekker, Inc.
- <sup>20</sup>Jahan, M. S., Y.M. Khanif, S.R.S. Omar, and U.R. Sinniah. 2013. Effects of low water input on rice yield: Fe and Mn bioavailability in soil. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* 36(1):27–34.
- <sup>21</sup>Evangelou, V.P., and J. Lumbanraja. 2002. Ammonium-potassium-calcium exchange on vermiculite and hydroxy-aluminum vermiculite. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:445–455.
- <sup>22</sup>Rosen, C. J., and R. M. Carison. 1984. Characterization of  $K^+$  and  $NH_4^+$  absorption by myrobalan plum and tomato: influence of plant potassium status and solution concentrations of  $K^+$  and  $NH_4^+$ . *J. Amer. Sot. Hort. Sci.* 109: 552–559.
- <sup>23</sup>Ali, A.A., M. Ikeda and Y. Yamada. 1985. Absorption, translocation, and assimilation of ammonium and nitrate-nitrogen in rice plants as affected by the supply of potassium, calcium and magnesium. *J. Fat. Agr. Kyushu Univ.* 30(2.3):113–124.
- <sup>24</sup>Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale, and W.L. Nelson. 2005. *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- <sup>25</sup>Nurzynska-Wierdak, R., K. Dzida, E. Rozek, Z. Jarosz. 2012. The effect of nitrogen and potassium on  $N-NH_4^+$  and  $N-NO_3^-$  accumulation and nutrient contents in rocket (*Eruca sativa* MILL.) Leaves. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 11(3):211–221.
- <sup>26</sup>Barber, S.A. 1995. *Soil Nutrient Bioavailability. A Mechanistic Approach*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- <sup>27</sup>Enzo, L., W.W. Wenzel, G.R. Gobran, and D.C. Adriano. 2001. Dependency of phytoavailability of metals on indigenous and induced rhizosphere processes: a review. In *Trace Elements in the Rhizosphere*, eds. G.R. Gobran, W.W. Wenzel and Enzo, L., 4–24. New York: CRC Press.
- <sup>28</sup>Amberger, A. 2006. *Soil Fertility and Plant Nutrition in the Tropics and Subtropics*. Paris: International Fertilizer Industry Association and International Potash Institute.
- <sup>29</sup>Silber, A., B. Yones L., and I. Dori. 2004. Rhizosphere pH as a result of nitrogen levels and  $NH_4/NO_3$  ratio and its effect on zinc availability and on growth of rice flower (*Ozothiamus diosmifolius*). *Plant Soil* 262: 205–213.
- <sup>30</sup>Cram, W.J. 1973. Internal factors regulating nitrate and chloride influx in plant cells. *J. Exp. Bot.* 24:328–341.
- <sup>31</sup>Cerezo, M., P. Garcia-Agustin, M.D. Serna, and E. Primo-Millo. 1997. Kinetics of nitrate uptake by citrus seedlings and inhibitory effects of salinity. *Plant Sci.* 126: 105–112.
- <sup>32</sup>Siddiqi, M.Y., A.D.M. Glass, T.J. Ruth, and T.W. Rufty Jr. 1990. Studies of the uptake of nitrate in Barley. I. kinetics of  $^{13}NO_3^-$  influx. *Plant Physiol* 93:1426–1432.
- <sup>33</sup>Maitra, D.N., P.K. Ray, S. Saba, A.K. Jana, and T.K. Ganguly. 2000. Interaction effect of potassium and zinc on the growth and uptake by jute (*Corchorus outorius* L.) in fine vertic ochraqualf soil. *Agric. Sci. Digest* 20(2): 75–77.
- <sup>34</sup>Yustisia, Tohari, D. Shiddieq, dan Subowo. 2012. Kandungan hara daun, hasil dan Zn beras beberapa varietas padi (*Oryza sativa* L.) pada tanah vertisols dan ineptisols. (Tidak dipublikasikan).
- <sup>35</sup>Peoples, T.R., and D.W. Koch. 1979. Role of potassium in carbon dioxide assimilation in *Medicago sativa* L. *Plant Physiol.* 63:878–881.
- <sup>36</sup>Pervez, H., M.I. Makhdum, M. Ashraf, and Shabab-Ud-Din. 2006. Influence of potassium nutrition on leaf area index in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under an arid environment. *Pak. J. Bot.* 38(4): 1085–1092.
- <sup>37</sup>Peng, S. 2000. Single-leaf and canopy photosynthesis of rice. *Redesigning Rice Photosynthesis to Increase Yield*. p.213–227. Los Banos: IRRI.



- <sup>38</sup>Sharma, C.P. 2006. *Plant Micronutrients*. New Hampshire: Science Publishers.
- <sup>39</sup>Lawlor, D.W. 2002. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. *J. Exp.Bot.* 53(370):773–787.
- <sup>40</sup>Makino, A., T. Mae, and K. Ohira. 1983. Photosynthesis and ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase in rice leaves. *Plant Physiol* 73:1002–1007.
- <sup>41</sup>Govindaswami, S., and A.K. Ghosh. 1974. Breeding for high protein content in rice. *Indian J. Genet. Plant Breed* 34(A): 628–641.
- <sup>42</sup>Samonte, S.O.PB., L.T. Wilson, J.C. Medley, S.R.M. Pinson, A.M. McClung, and J.S. Lales. 2006. Nitrogen utilization efficiency: relationships with grain yield, grain protein, and yield-related traits in rice. *Agron. J.* 98:168–176.
- <sup>43</sup>Mokhele, B. X. Zhan, G. Yang, and X. Zhang. 2012. Nitrogen assimilation in crop plants and its affecting factors. *Can. J. Plant Sci.* 92:399–405.
- <sup>44</sup>Faraji, F., M. Esfahani, M. Kavousi, M. Nahvi, and A. Forghani. 2013. Effect of nitrogen fertilizer levels on Fe and protein content, grain breakage and grain yield of rice (*Oryza sativa* L. cv. Khazar). *Biharean Biologist* 7(1):25–28.

